

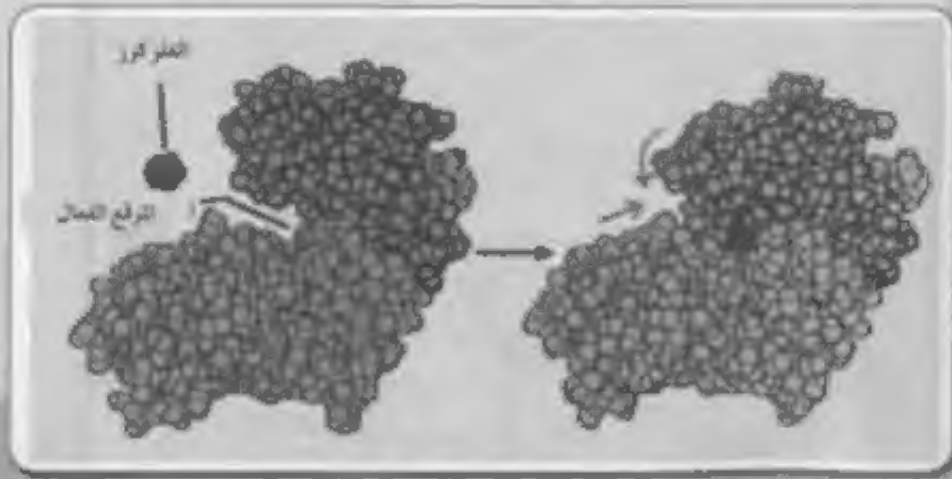
الوحدة التعليمية الثالثة النشاط الأنزيمي

ترتبط الحياة في الكائنات الحية بحدوث التفاعلات الكيميائية المرتبطة بالأنشطة الحيوية مثل التنفس والهضم والإخراج والحركة والتركيب الضوئي وغير ذلك، وتحتاج هذه التفاعلات إلى وجود الإنزيمات.

والإنزيمات مركبات بروتينية تعمل على إسرار التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية. وبدون الإنزيمات تسير هذه التفاعلات ببطء شديد أقرب إلى التوقف.

وتجدر الإشارة إلى أن الخلية الحية - التي قطرها في حدود 20 ميكرومتر فقط - يحدث داخلها حوالي 1000 تفاعل كيميائي مختلف، ويرجع الفضل في تنظيم هذه التفاعلات إلى الإنزيمات التي يتحكم كل منها في تفاعل معين. وهناك أيضا إنزيمات تعمل خارج الخلايا مثل تلك التي تقوم بهضم الطعام في تجويف كل من الفم والمعدة والأمعاء.

لأننا نتبع الطاقة المتوفرة لتثبيت كل بروتين، بمسب ترتيبه للتعلم في الأحماض الأمينية. ويجب أن يؤكد أن البروتينات ليست في حالة ثابتة ولكنها في حالة ديناميكية بإمكانها أن تتغير من بنيتها أثناء أداءها لوظيفتها الفسيولوجية. بالإضافة إلى ذلك فإن المجموعات الخاصة بالنقل الأحماض الأمينية (المحور R) التي توجد على سطح البروتين لها حرية الحركة بدرجة محدودة وذلك خلال التدفق الذي يحدث بها.



مكتسبات

تعريف الأنزيم

ولا: هضم النشا تجريبياً بواسطة HCl

٢٠ تجربة: نضع 10 غرام من مسحوق النشا في دورق به 200 سم³ من الماء ثم نقوم بتسخينه حتى الغليان فتحصل على محلول يدعى مطبوخ النشا.

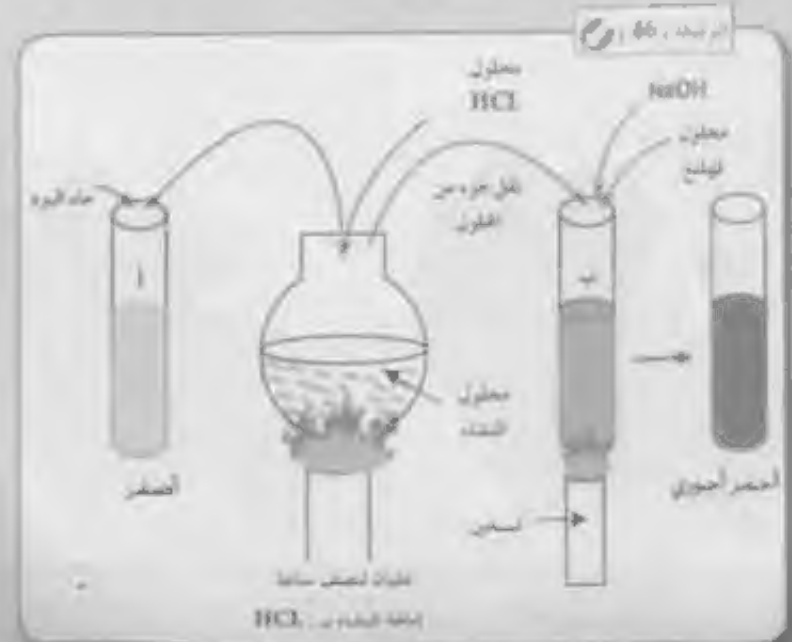
ثم نضيف إلى أنبوب اختبار به 3 سم³ من مطبوخ النشا المبرد قطرات من ماء اليود. نلاحظ أن محتوى الأنبوب يتلون باللون الأزرق المصححي.

إن ظهور اللون الأزرق المصححي دليل وجود النشا. ثم نضيف إلى ما تبقى من مطبوخ النشا خمسة قطرات من حمض كلور الماء المركزة ونتركه يغلي لمدة نصف ساعة تقريباً.

ثم نأخذ بعد ذلك أنبوب اختبار نضع في كل منهما 3 سم³ من المحلول ونعاملهما كما يلي:

• نترك الأنبوب الأول يبرد ثم نضيف إليه قطرات من ماء اليود.

• نضيف إلى الأنبوب الثاني قطرتين من الصودا لتحديد حموضته وقطرة من محلول فهلنج مع التسخين. (الوثيقة 46)



نلاحظ عدم اللون الأنبوب الأول باللون الأزرق المصححي، بينما يتلون الأنبوب الثاني ويتشكل راسب أحمر أحمر.

إن عدم اللون ماء اليود يدل على غياب النشأ، بينما لونه بالأحمر يدل على ظهور سكر مارج.

ومنه نستنتج أن النشأ يتفكك تحت تأثير الحمض و الحرارة إلى سكر مارج.

أماهة النشأ باللعب

٢٠ تجربة: نضع في أنبوب اختبار (أ ب) 15 سم³ من محلول مطبوخ النشا ثم أضف إلى محتوى الأنبوب (ب) قليلاً من اللعب الطازج، ثم نضع الأنبوبين (أ ب) في حمام مائي درجة حرارته 37 °م.

بعد مدة زمنية تتراوح بين 10 دقائق إلى 20 دقيقة نرفع الأنبوبين من الحمام المائي و نخرج محتوى كل أنبوب في أنبوبين جديدين بحيث نحصل على الأنبوب (أ ب) ١، (أ ب) ٢.

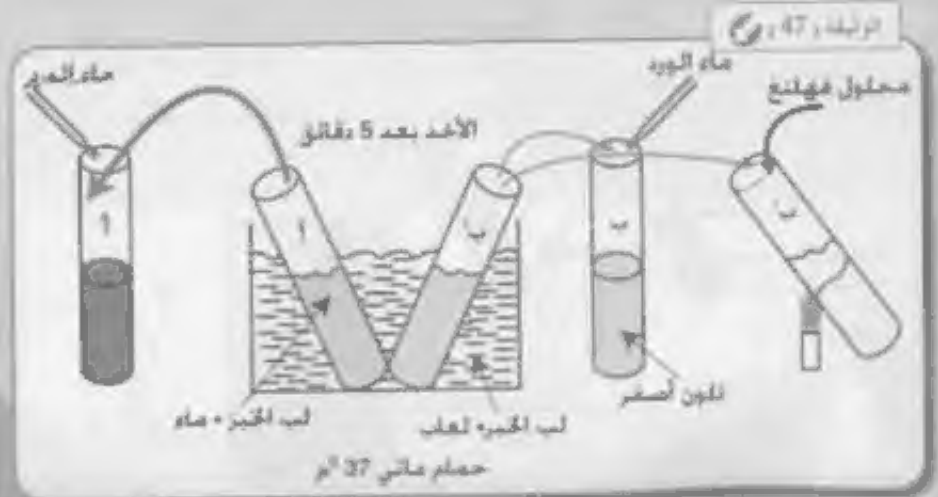
(الوثيقة 47)

نبحث عن نوع الفلور سيدات باستعمال اليود و محلول فهلنج.

• ما هو اللون الذي يأخذه محتوى كل أنبوب ؟

• قارن بين النتائج التي نحصل عليها في الأنبوبين ١، ٢ ما تأثير اللعب على الخبر ؟

• قارن بين الدور الذي يلعبه كل من HCl و أنزيم اللعاب في تحويل النشأ ماذا نستنتج ؟



الاستنتاج

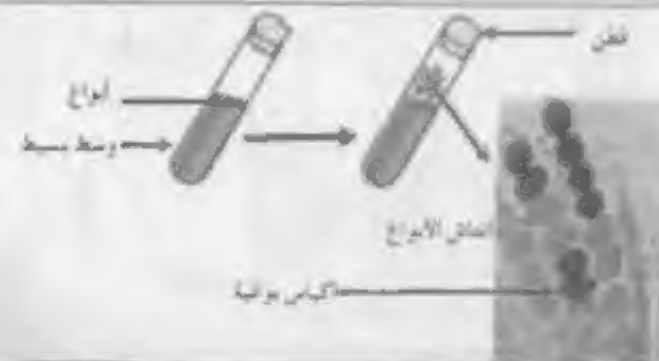
الأنزيم عبارة عن بروتين يصنع داخل الخلية و يساعد في تسريع التفاعلات الحيوية مثل عدم التآكل بالزمن للعناصر (الأملاح القلوية)، و يشبه في عمله هذا عمل العوامل المساعدة (الوسط) مثل HCl الذي يستعمل لتسريع التفاعلات العادية في المعمل.

عواقب غياب الأنزيم

تجربة

لافتتار بعض عواقب غياب الأنزيم يستعمل لهذا الغرض نوع من فطر معين الخبز (فطر النوروسبورا) الذي يتميز بقدرته على النمو في وسط اصطناعي بسيط يحتوي على الحد الأدنى من الأعدية اللازمة لنموه (غلام + أملاح آزوتية + سكروز + فيتامين B_1). يستطيع الفطر اعتمادا على هذه العناصر تركيب مختلف العناصر و المركبات الضرورية لاستمرار نموه، حيث يسمو و يكون مشبعة تحمل ابواغا إذا زرعت هذه الأبواغ تحت دورة الحياة.

عرضت أبواغ الفطر إلى الأشعة السينية (X) ثم احتبرت المستعمرات الناتجة عن هذه الأبواغ فوجدت أن بعض هذه المستعمرات لا تنمو إلا إذا أضيف إلى الوسط البسيط عنصر أساسي هو الأرجينين.



كما بينت الدراسات البيوكيميائية وجود مادتين مهمتين لتشكيل الأرجينين هما الأورثين و السيترولين، حيث وجد أنه:

- تنمو بعض الفطور إذا أضيف إلى الوسط البسيط مادة الأورثين أو السيترولين.
- و هناك أبواغ أخرى لا تنمو إلا إذا أضيف السيترولين إلى الوسط البسيط.

و الجدول التالي يلمحس مراحل النمو:

نمط المجموعة	وسط بسيط	وسط بسيط مضاف إليه		
		الأورثين	السيترولين	الأرجينين
الطبيعية	+	+	+	+
النمط 1	+	+	+	+
النمط 2	+	+	+	+
النمط 3	+	+	+	+

مقارنة بالوسط الطبيعي الذي ينمو في الوسط البسيط أو بإضافة الأرجينين أو السيترولين أو الأورثين نجد أن:

النمط 1: لا ينمو إلا بإضافة الأرجينين إلى الوسط البسيط.

النمط 2: لا ينمو إلا بإضافة الأرجينين أو السيترولين إلى الوسط البسيط.

النمط 3: لا ينمو إلا بإضافة الأرجينين أو السيترولين أو الأورثين إلى الوسط البسيط.

يسمح هذه النتائج بتحديد المراحل الثلاثية لترتيب الأرجين ، كما تسمح أيضا بتحديد المرحلة التي سوف فيها تتفاعل ، وبذلك تكون مراحل ترتيب الأرجين هي :

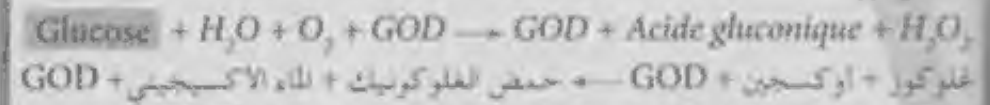
مواد أولية — 3 — أورثو — 2 — سينتريون — 1 — أرجين .

أما النمط العادي قادر على القيام في الوسط السيط حدوث التفاعلات 1، 2، 3 .
 أما النمط 1 : غير قادر لعدم تحقيق التفاعل (1) بسب غياب الأيزم المشرف على ذلك .
 أما النمط 2 : غير قادر لعدم تحقيق التفاعل (2) بسب غياب الأيزم المشرف على ذلك .
 أما النمط 3 : غير قادر لعدم تحقيق التفاعل (3) بسب غياب الأيزم المشرف على ذلك .

و باعتبار هذا الترتيب يتكون من سلسلة من التفاعلات الكيميائية ، وكل تفاعل كيميائي يتطلب تدخل إنزيم ، فإن الأشعة السينية أدت إلى توليف النشاط الإنزيمي لتفاعل من سلسلة التفاعلات المؤدية لتشكيل الأرجين ، أي أن هناك علاقة بين ترتيب المادة والنشاط الإنزيمي .

• العلاقة بين بنية البروتين و تخصصه الوظيفي

- ترتبط وظيفة الإنزيمات باعتبارها من البروتينات بشكل أساسي بتركيبها وبنيتها الفراغية .
- إن دراسة سرعة التفاعلات الإنزيمية وتغيراتها مع الشروط التجريبية يسمح باستنتاج العديد من خصائص الإنزيم و طريقة عمله ، ومن أبسط طرق دراسة حركية الإنزيمات هو دراسة العلاقة بين سرعة التفاعل وتركيز مادة التفاعل .
- الإنزيم المستعمل في هذه الدراسة هو إنزيم غلوكوز أو أكسيداز (GOD) ، ويمكن دراسة التخصص الوظيفي لهذا الإنزيم انطلاقا من دراسة استهلاك الأوكسجين في حالة أكسدة الجلوكوز .



• يمكن قياس النشاط الإنزيمي عن طريق التحريب المدعم بالحاسوب EXAO حيث تتم دراسة التخصص الوظيفي للإنزيمات انطلاقا من دراسة نتائج استهلاك الأوكسجين المحصل عليه بالتحريب المدعم بالحاسوب (EXAO) ، في هذه الحالة يتم الاعتماد بتركيب تحريبي مرتبط بالحاسوب .
 ويضم التركيب التحريبي عادة المكونات التالية الوثيفة (1) في حالة أكسدة الجلوكوز المحفز بإنزيم غلوكوز أو أكسيداز .



- جهاز إعلام آلي .
- برنامج كمبيوتر .
- محلول إنزيم غلوكوز أو أكسيداز (بتركيز مختلف) .
- محلول غلوكوز (بتركيز مختلف) .
- محلول سكروز .
- وسائل سحب السوائل و الحقن والعسل .

قياس النشاط الإنزيمي

عن طريق التجريب المدعم بالحاسوب EXAO

ولا تعبر عن السرعة الابتدائية للتفاعل الإنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل.

تأثير تركيز مادة التفاعل على النشاط الإنزيمي يمكن أن يخلص أثناء الأكسدة

الإنزيمية للجلوكوز بواسطة الإنزيم غلوكوز أوكسيداز (GOD).

و من أجل تتبع تطور تركيز الأكسجين في الوسط يستعمل حساس لقياس

الأكسجين يكون متصلا بجهاز الإعلام الآلي و برنامج و الزموم

عبرة

بعد تحديد العوامل من شروط عمل الإنزيم درجة الحرارة ، درجة الحموضة ، تركيز

الأكسجين ، يوضع 8 سم³ من محلول الجلوكوز بتركيز 1 غ/ل في وسط التفاعل

بحقن 0.5 مل من الإنزيم

تسجيل النتائج على الجهاز (على أن لا تتعدى مدة التسجيل 3 دقائق)

تعداد التجربة باستعمال تراكيز متزايدة من مادة التفاعل (الجلوكوز) (2.5 غ/ل ، 5 غ/ل ،

10 غ/ل ، 20 غ/ل)

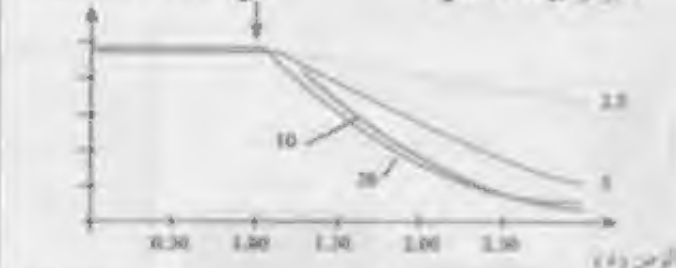
مع استعمال تجربة شاهدة و ذلك باستعمال الماء مكان الجلوكوز للتأكد من دور الإنزيم

النتائج الفحصل عليها مخرطة في منحنيات الوتيقة (49) بالنسبة لاستهلاك الأكسجين و في

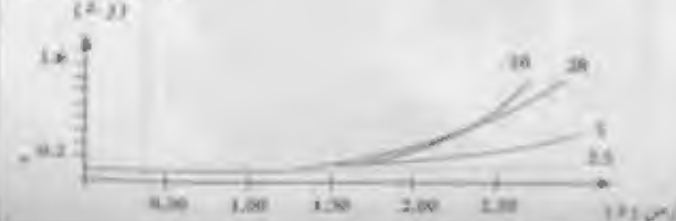
منحنيات الوتيقة (50) بالنسبة للعلاقة بين تركيز مادة التفاعل و سرعة التفاعل

الوتيقة (49)

تأثير تركيز مادة التفاعل



تركيز المادة المتفاعلة (2.5)



التحليل

الحالة الأولى : تقاس سرعة التفاعل بكمية الأكسجين المستعملة :

إن كمية الأكسجين لتتناقص من الوسط مع إزدياد تركيز الجلوكوز في الوسط (أي إن

كمية استعمال الأكسجين تتناسب طرعا مع نسبة الجلوكوز في الوسط)

الحالة الثانية : تقاس سرعة التفاعل بكمية المادة المتشكلة .

• يلاحظ في التراكيز المنخفضة لمادة التفاعل أن هناك علاقة خطية بين تركيز المادة و كمية

المادة المتشكلة (أي كلما زاد تركيز مادة التفاعل زادت كمية المادة المتشكلة)

• وفي التراكيز العالية نقل الزيادة في المادة المتشكلة تدريجيا إلى نقطة تتوقف فيها عن

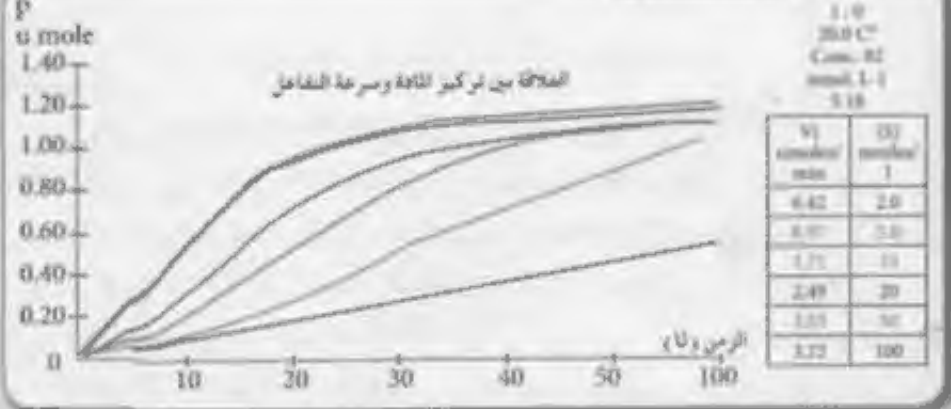
الزيادة رغم زيادة تركيز مادة التفاعل و تسمى هذه السرعة بالسرعة القصوى V_{max}

و لدراسة حركية الأنزيمات أي دراسة العلاقة بين سرعة التفاعل و تركيز مادة التفاعل ،

يمكن الاعتماد على المنحنى التالي الذي يحدد العلاقة بين التركيز المولاري لمادة التفاعل

(S) و السرعة الابتدائية (Vi)

الوتيقة (50)



في التراكيز المنخفضة لمادة التفاعل هناك علاقة خطية بين تركيز المادة و السرعة (Vi) أي

كلما زاد تركيز المادة زادت سرعة التفاعل

و في التراكيز العالية تقل الزيادة في (Vi) تدريجيا إلى نقطة تتوقف فيها (Vi) عن الزيادة

رغم زيادة تركيز مادة التفاعل و تسمى هذه السرعة بالسرعة القصوى V_{max}

ولتفسير ذلك يمكن القول أن الإنزيم يتواجد عادة إما حرا أو مرتبطا ، إذ يلاحظ أن في

التراكيز المنخفضة لمادة التفاعل تكون أغلب جزيئات الإنزيم في صورة حرة (E) بما

يكون العكس في التراكيز المرتفعة حيث يصبح الإنزيم كله مرتبطا (ES) عند V_{max} و

عند هذه النقطة يكون الإنزيم مشبع بمادة التفاعل (ES) بحيث أن زيادة تركيز المادة (S)

لا يؤثر على السرعة



ثانيا : تغيرات الحركية الأنزيمية بدلالة طبيعة مادة التفاعل

نبحث في هذا النشاط تغيرات الحركة الأنزيمية بدلالة مادة التفاعل ، و يستعمل لهذا الغرض الغلوكوز و السكروز كمادتي تفاعل و الأنزيم غلوكوز أو أكسيداز كوسيط في التفاعل ، وبما أنه يحدث اختفاء للاكسجين من الوسط أثناء التفاعل يمكننا استعمال وسيلة قياس لقياس كمية الاكسجين المستهلكة (Oxymètre)

طريقة الدراسة

تجربة 1

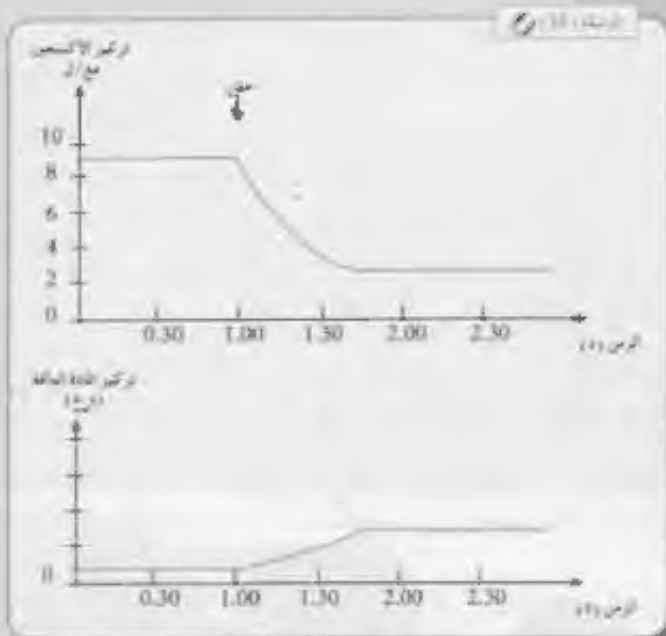
- 1- جمع في وسط التفاعل 15 مل من الغلوكوز بتركيز (1g/l)
- 2- اوصل جهاز القياس (oxymètre) و حدد حجم الاكسجين.
- 3- لاحظ التغيرات لمدة دقيقتين، مع تثبيت شروط عمل الأنزيم (حرارة ، اوكسجين، درجة الحموضة) و تحديد نقطة البداية (تركيز الاكسجين) .
- 4- احضر 0.5 مل من الأنزيم (GOD)
- 5- سجل الملاحظات لمدة 3 دقائق.

تجربة 2

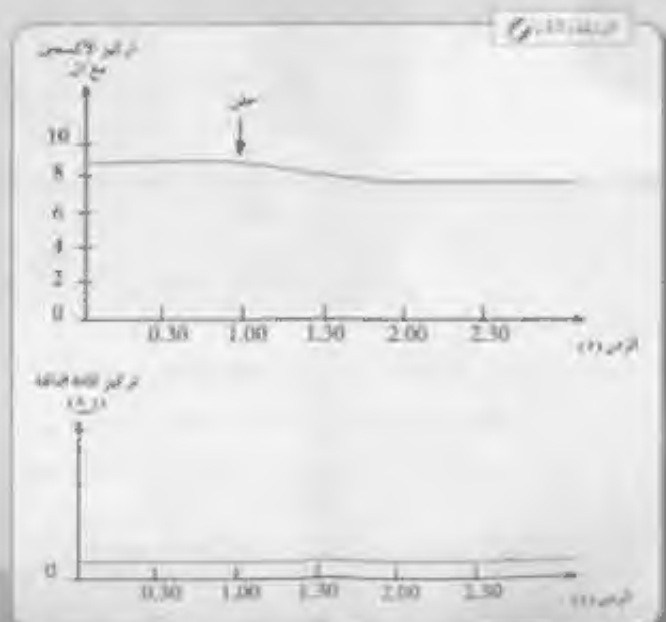
أعد التجربة باستعمال السكروز مكان الغلوكوز

ملاحظة : يجب تنظيف الجهاز قبل استعمال مادة جديدة.

النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنيات الوثائق (51 و 52)
أولا : الغلوكوز

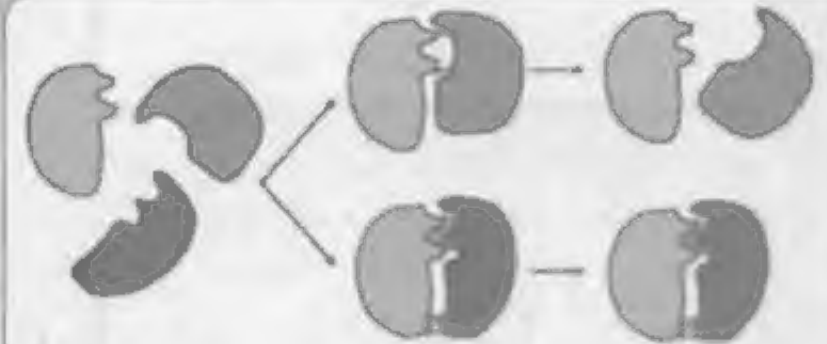


ثانيا : السكروز



الاستنتاج

من هذه النتائج يمكن أن يستنتج التخصص الوظيفي للبروتينات. إن التخصص من أهم سمات الإنزيمات ويقتضيه التخصص أن لكل إنزيم مادة معينة أو مجموعة مواد متشابهة كيميائياً يستطيع أن يؤثر فيها دون غيرها. وللتخصص الإنزيمات درجات متفاوتة. فهناك إنزيمات تتخصص في التأثير على المواد ذات التشابه الفراغي (وهو ما يعرف هذا التخصص باسم تخصص التشابه الفراغي Stereo-chemical Specificity) فالعروف أن معظم المواد الكيميائية التي تتكون أثناء عمليات الهدم والبناء داخل الخلايا لها ذات تشابه فراغي أي أن منها المركبات القيسية والمركبات الجسارية ولقد بلغت معظم الإنزيمات درجة كبيرة في تخصصها بحيث أنها تؤثر فقط في المركب البشري مثلاً دون شبيهه البشري كما في حالة D غلوكوز و L غلوكوز.



التكامل الوظيفي بين مادة التفاعل و الأنزيم

أدلة تشكل المعقد ES (أنزيم - مادة التفاعل)

- كان يعتقد أن الإنزيم لا يتحد مطلقاً مع مادة التفاعل Substrate وإنما يهيئ وسطاً صالحاً لحدوث التفاعل إذ أن جزيئات مادة أو مواد التفاعل تتجمع تجمعاً سطحياً حول دقائق الإنزيم الغروية حيث تتلامس هذه الجزيئات ويتم التفاعل بينها لم تنتشر المنتجات النهائية وتحل محلها جزيئات جديدة تتفاعل وهكذا. وهناك رأي آخر يقول أن التفاعل الإنزيمي يحدث نتيجة لإتحاد المادة إتحاداً فعلياً بالإنزيم مكوناً مركباً ما وهذا الإتحاد مؤقت إذ يتحلل هذا المركب سريعاً بعد أحداث تغيير في مادة التفاعل إلى الإنزيم الأصلي ونواتج التفاعل لم يتحد الإنزيم من جديد بكمية أخرى من مادة التفاعل.
- هناك أدلة كثيرة تثبت وجود المعقد ES منها :

الزئبق (53)



① تمكن العلماء من رؤية المعقد ES تحت المجهر الإلكتروني في بعض الحالات مثل المعقد الناتج من ارتباط الإنزيم ADN بوليميراز مادة التفاعل ADN أثناء التضاعف قوتيفه (53).

- ② باستخدام الأشعة السينية لوحظ فرق في تركيب الإنزيم في حالة E والمعقد ES، إذا كان الإنزيم يحتوي على مجموعة غير بروتينية ذات طيف امتصاص معين، فإن هذا الطيف يتغير أثناء التفاعل مشيراً إلى ارتباط هذه المجموعة بمادة التفاعل مما يقلل من امتصاصها.
- ③ عدم تغير السرعة في التراكيز المرتفعة لمادة التفاعل يشير إلى تشبع الإنزيم بمادة التفاعل وهو دليل غير مباشر على وجود المعقد.

الموقع الفعال أدلة الموقع الفعال



أولاً أدلة الحذف

حدث هذا في حالات نادرة جدا بحذف بعض الأحماض الأمية دون التأثير على النشاط الأنزيمي للأنزيم و أحسن مثال على ذلك أنزيم الببازين (أنزيم يستخرج من عصارة بسات عنب الهند يعومس البسوس في الحالات العلاجية)، حيث يمكن حذف اثنين من الأحماض الأمية دون التأثير على النشاط الأنزيمي، ومن ذلك فإن عدد الأحماض الأمية التي تدخل في النشاط الأنزيمي يكون قليلا جدا.

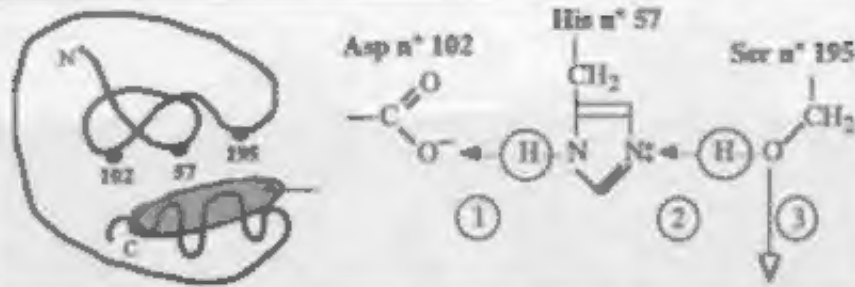
ثانياً تحديد الموقع الفعال

إن الطريقة الأكثر استعمالاً هي استعمال بعض الكواشف التي ترتبط مع بعض الأحماض الأمية، فإن كانت الأحماض الأمية من مكونات الموقع الفعال يتم شيط الأنزيم و يصبح غير فعال.

مثال: DFP (Di-Isothiocyanate) الذي يتحد نوعياً بالحمض الأميني المعروف باسم السيرين (serine) و بذلك فهو يلعب بالخصوص دور مشيط لتفاعلات الأماهة وخاصة أنزيم (استيل كولين استيراز).

النتيجة

الموقع الفعال جزء من الأنزيم، نشط يقع داخل منطقة كارهة للماء، و هي المنطقة من الأنزيم يرتبط بها مادة التفاعل و تحتوي على الأجزاء التي تشارك في التفاعل مباشرة.

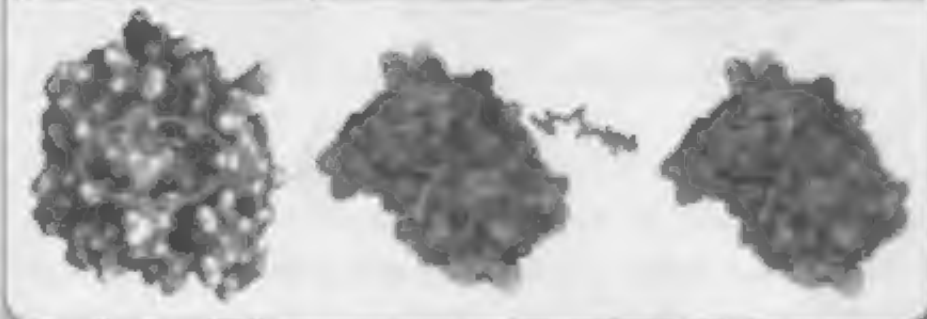


تمثل الموقع الفعال للأنزيم بما يلي :

- 1 يأخذ حجراً صغيراً من الأنزيم أي أن أغلب الأحماض الأمية لا تشارك في التفاعل مباشرة.
- 2 يأخذ شكل ثلاثي الأبعاد و قد يتكون من أحماض أمية متعددة من بعضها في التسلسل.
- 3 هناك تكامل بنيوي في الشكل الفراغي بين مادة التفاعل و الموقع الفعال للأنزيم ، ويشبه التكامل بين القفل و المفتاح حسب نموذج فيشر (Fisher) أو يغير الأنزيم من بنيته الفراغية التي تسمح بتكوين معقد أنزيم مادة التفاعل أو الهدم أو الألتين معاً، وبهذا فإن الأنزيم لا يؤدي دوره الوظيفي مع أية مركبات ، لكن فقط مع مركب أو مركبات محدودة تماماً.
- 4 تكون الروابط بين مادة التفاعل و الأنزيم في الموقع الفعال ضعيفة سهلة الانكسار.



والأشكال التالية ثلاثية الأبعاد تبين التكامل الوظيفي بين شكل الموقع الفعال للأيزيم ومادة التفاعل :

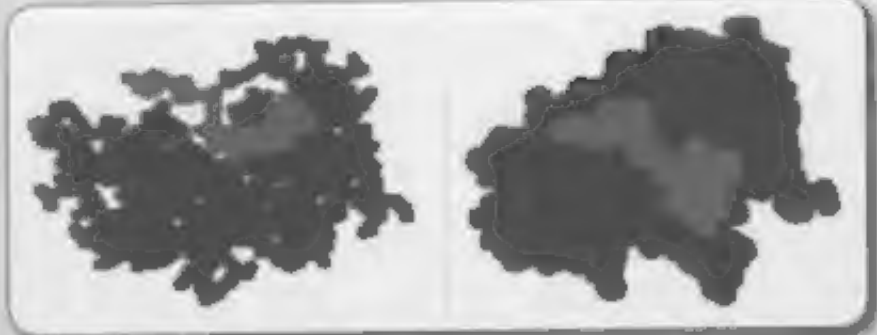


تعمل الإنزيمات كعوامل مساعد في التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الكائنات الحية. بحيث تعمل على حدوث هذه التفاعلات في أجزاء من الثانية، والتي تكون ضرورية للحفاظ على الحياة.

كيميائياً، معظم الإنزيمات عبارة عن بروتينات. حيث أن كل إنزيم متخصص له بنية فراغية خاصة به تمكنه من أداء وظيفته، حيث يتناسب مع شكل الجزيء المتفاعل معه (القفل والمفتاح). ولأن نوعية الإنزيمات موجودة، فإن جزيئات مادة التفاعل تحطم في مكان الربط المناسب وتتحد مع الجلب الفعال للإنزيمات بحيث يتكون مركب معقد ومزائج (enzyme - substrate complex).

إن الإنزيمات تقلل طاقة التنشيط للتفاعل الكيميائي عندما يحدث التفاعل الكيميائي ويتكون الناتج فإن الإنزيم يتحرر ويعود إلى تركيبته الأصلية لكي يتم استخدامه مرة أخرى.

هناك بعض العوامل التي تؤثر على الفعالية الإنزيمية مثل درجة الحرارة ودرجة حموضة الوسط. لذلك فإن الإنزيم يحتاج إلى درجة حرارة ودرجة حموضة مناسبة لكي يقوم بعمله. إضافة إلى تركيز مادة التفاعل ونوعها.



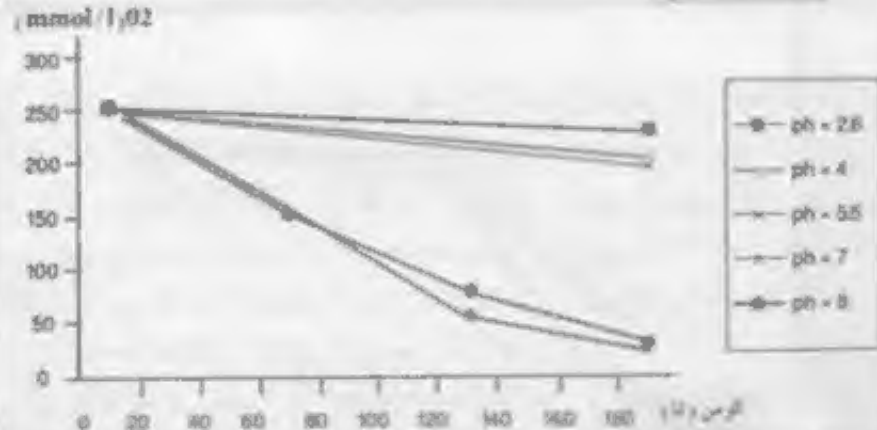
تأثير درجة الحموضة (PH)

بالعودة إلى تجربة تأثير تركيز مادة التفاعل على النشاط الإنزيمي في أكسدة الجلوكوز بواسطة إنزيم جلوكوز أوكسيداز وبالا اعتماد على تحليل مسحات استهلاك الأوكسجين نحصل عندها بطريقة التجريب المدهم بالحاسوب يمكن دراسة تأثير درجة الحموضة على نشاط الإنزيمات.

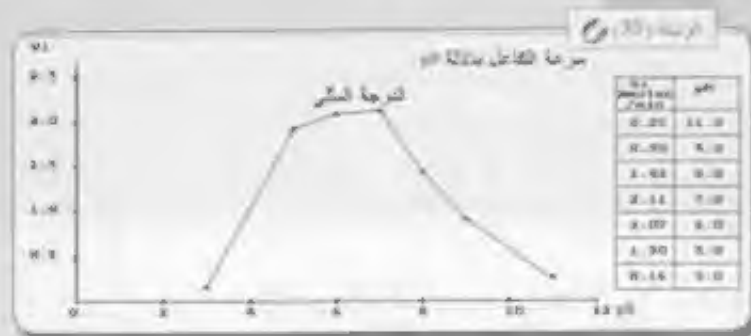
تعتمد التجربة على تثبيت كل العوامل من (الإنزيم، مادة التفاعل، درجة الحرارة، الأوكسجين) وتغيير درجة الحموضة باستعمال محاليل موقية من حمض الفوسفات بتركيز مقارب 0.5.

النتائج التالية (الوثيقة 54) تمثل تغيرات سرعة التفاعلات الإنزيمية بدلالة درجة الحموضة pH.

الوثيقة 54



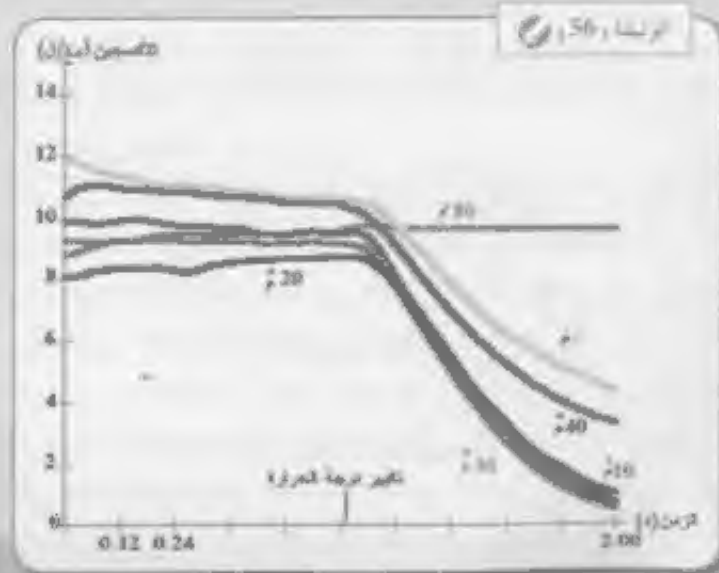
يوضح أن هناك درجة حموضة تعتبر مثلى بالنسبة لسرعة التفاعل و تسمى بالدرجة المثلى أو الملائمة.



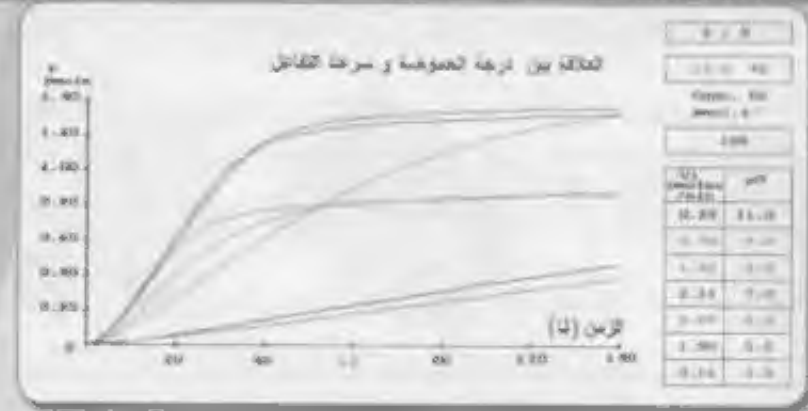
تأثير درجة الحرارة

بالعودة إلى تجربة تأثير درجة أكسدة الغلو كوز بواسطة انزيم غلو كوز أو كسيداز ، بالاعتماد على تحليل منحنيات استهلاك الأوكسجين المحصل عليها بطريقة التجريب المدعم بالحاسوب يمكن دراسة تأثير درجة الحرارة على نشاط الانزيمات .
نعتمد التجربة على تثبيت كل العوامل من (الانزيم ، مادة التفاعل ، درجة الحموضة ، الاكسجين) و تغيير درجة الحرارة باستعمال حمامات مائية متزايدة درجة الحرارة (من منخفضة إلى المرتفعة) .

المنحنيات التالية للوثيقة (56) تمثل تغيرات سرعة التفاعلات الانزيمية بدلالة درجة الحرارة



يلاحظ من تحليل المنحنيات أن كمية الأكسجين تنخفض في الوسط كلما تعدت درجة الحموضة عن التفاعل أي كلما ابتعدنا عن $PH = 7$ إلا أن زيادة الحموضة أو زيادة قلوية الوسط يؤدي إلى نقص استهلاك الأكسجين و بالتالي تنخفض سرعة التفاعل الانزيمي و هذا له التأثير على كمية المادة المتشكلة



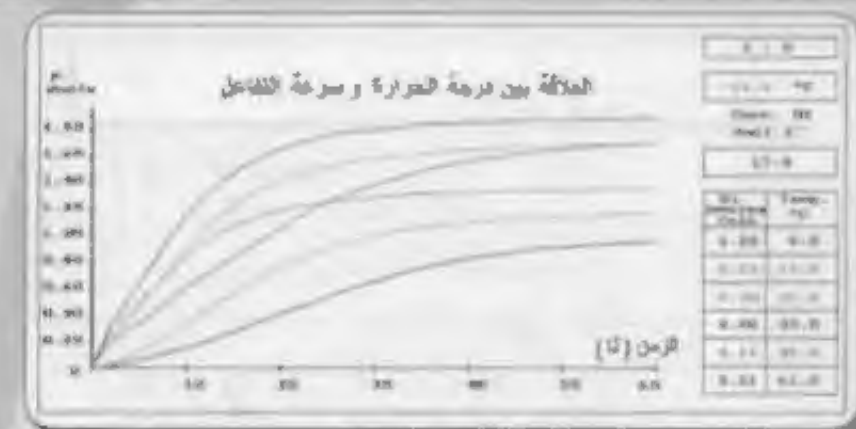
النسبة

لا يحصل انزيم غلو كوز أو كسيداز إلا في درجات حموضة ملائمة لحياة الخلية.

باعتبار الانزيمات مواد بروتينية (تحتوي احمضا امينية) فإن درجة PH الوسط ذات تأثير على المجموعات الامينية و الحامضية الحرة (القابلة للتأين) في البروتين وذلك بالطبع يؤثر على فعالية الانزيم في ملائمة التفاعل الحيوي للمحتص به ، ففي الوسط الحمضي تصبح الشحنة الكهربائية الاجمالية موجبة، و في الوسط القاعدي تصبح الشحنة الكهربائية الاجمالية سالبة فيفقد الموقع التفاعل شكله المميز بتغيير حالته الأيونية، و هذا يعيق تثبيت مادة التفاعل و بالتالي يمنع حدوث التفاعل .

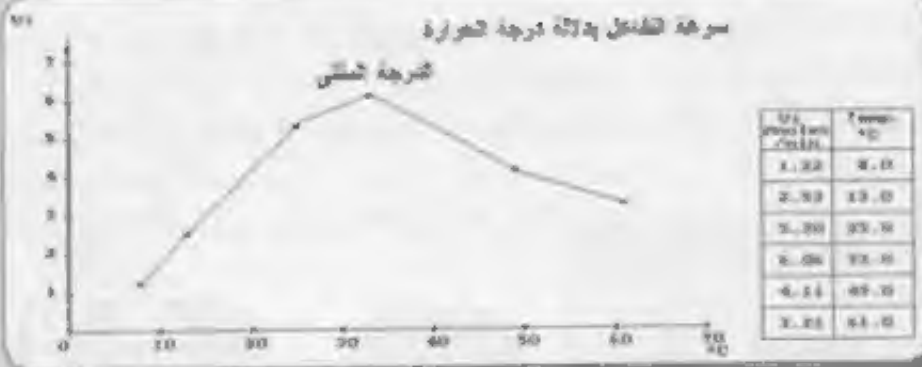
و بالإضافة إلى تأثير PH في الطبيعة الأيونية للاحمضات الامينية للانزيم ، فإن درجات الحموضة العالية و المنخفضة قد تفقد الانزيم طبيعته البروتينية كلياً أي تحطمت مما يمنع عنه فقدان فعاليته في اسراع التفاعل الذي يلامسه ، و هذه هي في الواقع العوامل المحددة لعلاقة PH بفعالية الانزيم و التي يبينها الشكل البياني للوثيقة (58) ، والذي يظهر

نلاحظ من تحليل النحبات ان كمية الأكسجين لتخلف في الوسط كلما ارتفعت درجة الحرارة عن 40° إن زيادة الحرارة يؤدي إلى نقص في استهلاك الأكسجين وبالتالي تنخفض سرعة التفاعل الأيضي وهذا له تأثير على كمية المادة المتراكمة



يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التفاعل الأيضي إلى حد معين فقط إذ تزداد سرعة التفاعل في البداية مع ارتفاع درجة الحرارة لغاية وصول درجة الحرارة المثلى (Optimal) كما نوضحه في الوثيقة (57) ولكن عند الدرجات الحرارية الأعلى تنخفض السرعة تدريجياً حتى الصفر. وبذلك فإن معظم التفاعلات الكيميائية تتأثر بالحرارة، والتفاعلات الحيوية التي تلامسها الإنزيمات تعتبر هي الأخرى حساسة للتغيرات في درجة الحرارة. والحرارة المفرطة قد تفقد الإنزيم طبيعته البروتينية وبالتالي فإن سرعة التفاعل الذي يلامسه تنخفض بسبب قلة التركيز الأيضي الفعال. فمثلاً يرفع درجة الحرارة إلى 40° م تقريباً يزداد معدل سرعة التفاعل، أما درجات الحرارة الأعلى من تلك الدرجة فإنها تعطل الطبيعة البروتينية للإنزيم تدريجياً، وعند الوصول إلى الدرجة 55° م فإن الإنزيم ينحط تماماً، وبالتالي يفقد قدرته على ملائمة إتمام التفاعل الحيوي، مما يسبب عنه توقف التفاعل وبالتالي بعد تلك الدرجة وذلك بعد أن يبطئ إلى حد كبير عند حدوث التغيرات الحرارية.

سرعة التفاعل بدلالة درجة الحرارة

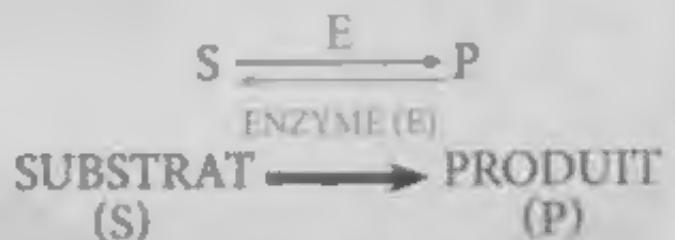


تؤثر درجة الحرارة بطريقتين

- 1- ارتفاع درجة الحرارة يزيد من سرعة حركة الجزيئات وبالتالي ازدياد احتمال تصادم الإنزيم مع مادة الأساس.
- 2- زيادة سرعة تخثر الإنزيم بسبب ارتفاع درجة الحرارة تكون الإنزيم هو بروتين حيث يؤدي الحرارة العالية إلى هدم البناء الفراغي وفقدانه وظيفته. درجة الحرارة 37 مئوية عادة هي درجة الحرارة المثلى لعمل الإنزيم، في حين أن درجة حرارة منخفضة تسبب توقف عمل الإنزيم.

التأثير الإجمالي

تأثير إجمالي لدرجة الحموضة ودرجة الحرارة على المحفزات الحيوية الأنزيمية والعواقب المترتبة على ذلك. إن من أهم المحفزات التي تنفرد بها الخلية الحية هي قدرتها على القيام بتفاعلات كيميائية معقدة بسرعة فائقة في درجة حرارة و PH الوسط المحيط بها.



و مثل هذه التفاعلات قد لا تحدث أصلاً أو تسير ببطء شديد، في معزل عن خلايا الحية، والعوامل الأساسية التي تشترك في تلك التفاعلات الحيوية الهامة وتسير الخلية